دور تقويم دورة حياة المنتج فى دعم التنمية المستدامة

نهى جودت عطية أحمد

كلية التجارة – جامعة المنصورة

الملخص: تسعى دول العالم خلال الآونة الأخيرة إلى تطبيق التنمية المستدامة وذلك فى ظل إنتشار التلوث العالمى. ومع زيادة الإهتمام العالمى بالبيئة وظهور العديد من الوكالات العالمية لحماية البيئة والإقبال المتزايد من قبل المستهلكين نحو إستخدام منتجات آمنة أو صديقة للبيئة؛ أصبحت الحماية البيئية هدفاً من الأهداف الإستراتيجية للمنشأة وهذا يتطلب ضرورة تقديم منتج مطابق للمواصفات والضوابط البيئية. وقد أدت المشاكل البيئية الحالية إلى تطوير مقاييس للحد من آثار الأنشطة البشرية على البيئة، وتهدف هذه المقاييس إلى الحد من الإنبعاثات الضارة (كإنبعاث غاز ثانى أكسيد الكربون) وتحسين الكفاءة البيئية والحد من إستهلاك الموارد. وتعد تقنية تقويم دورة حياة المنتج (**Life Cycle Assessment (LCA)**) من التقنيات الهامة فى هذا المجال مع ضمانها كذلك للإستدامة البيئية. وإنطلاقاً من الهدف الأساسى لتقويم دورة الحياة فى تقويم الآثار البيئية الناشئة عن دورة حياة المنتج يُمكن الوصول إلى إطار متكامل للتقييم الإقتصادى البيئى لدعم عملية إتخاذ القرار فى ظل التوجهات الحديثة نحو تحقيق التنمية المستدامة.

Abstract: Recently, countries around the world have been seeking to implement sustainable development in light of the spread of global pollution. With the increasing global interest in the environment, the emergence of many international agencies for environmental protection, and the increasing demand by consumers to use safe or environmentally friendly products, environmental protection has become one of the strategic goals of the facility, and this requires the necessity of providing a product that complies with environmental specifications and controls. Current environmental problems have led to the development of measures to reduce the impact of human activities on the environment. These measures aim to reduce harmful emissions (such as carbon dioxide emissions), improve environmental efficiency, and reduce resource consumption. Life Cycle Assessment (LCA) is an important technology in this field, as it also ensures environmental sustainability. Based on the main objective of life cycle assessment in assessing the environmental impacts arising from the product life cycle, an integrated framework for environmental economic assessment can be reached to support the decision-making process in light of modern trends towards achieving sustainable development.

مقدمة:

لقد برز فكر دورة الحياة **(Life Cycle Thinking)** كطرق علمية لدعم السياسات البيئية الحديثة ودعم قرارات الأعمال المتعلقة بالتنمية المستدامة للإنتاج والإستهلاك وكذا لدعم وضع العلامات البيئية والبصمة الكربونية **(ILCD)**، هذا ومن الناحية التاريخية فقد ركزت البرامج البيئية على كيفية الحد من تلوث الماء والهواء وكيفية تحديد ومراقبة المخاطر البيئية على الصحة العامة والبيئة؛ بينما تعتمد تحديات اليوم على الإستدامة البيئية لإستخدام الموارد الطبيعية ويتطلب ذلك حلولاً تؤكد على الربط بين إستخدام الطاقة وإستخدام المياه وإستهلاك الموارد وحماية البيئة والصحة العامة ومستوى المعيشة والإقتصاد العالمى **(Curran, 2011).**

وقد تم إقتراح تقنية تقويم دورة الحياة **(LCA)** فى أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية فى أواخر الحقبة الزمنية ١٩٦٠ وأوائل ١٩٧٠، ثم طُّورت من قبل جمعية علوم السموم والبيئة والكيمياء **(SETAC)** عام١٩٩٠**(Chang, et al., 2014)**؛ حيث عَرفت **LCA** على أنها عملية موضوعية لتقويم العبء البيئي المرتبط بالمنتج وعملياته وأنشطته، وبعد قمة ريو دى جانيرو ١٩٩٢ وافقت العديد من حكومات الدول على أهمية تحسين أنشطتها لتحقيق مستقبل مستدام يلبى إحتياجات الجيل الحاضر دون المساس بحقوق الأجيال القادمة، وفى هذا الصدد أصدرت منظمة المعايير الدولية **(ISO)** عام ١٩٩٧ معياراً دولياً منظماً وشاملاً لتقنية تقويم دورة الحياة **(LCA) (Ferreira, et al., 2016).**

وفى أوائل التسعينيات تم إستخدام **LCA** وتطبيقها فى المجال الصناعى من قبل بعض الشركات العالمية (مثل **HP**، **IBM**، **ATT**) وذلك كتقنية لتحليل وتحديد الآثار البيئية لنظم المنتجات المختلفة وتقييم وتحسين الإنتاج وتطويره (إجراء التقويم البيئى)، ومع تزايد الإهتمام بـ**LCA** كتقنية للتقويم البيئى تم تطبيقها من قبل المنظمات البيئية والدولية لدعم إتخاذ القرارات البيئية للحكومات والمؤسسات الدولية (معايير المنتجات البيئية والمؤشرات البيئية) وتحسين برامج الحكومة للطاقة والنقل ومعالجة النفايات، وقد تزامن هذا مع تطوير المعايير حيث تم إصدار سلسلة من معايير الأيزو ١٤٠٤٠:١٤٠٤٤ **(Zuoren Nie, 2016).**

ومع الرواج العالمى لمشاكل التطبيقات البيئية تم تطوير تقنية **LCA** وتكييفها لمجالات التطبيق الأخرى مثل العمليات التكنولوجية والأنظمة المفتوحة كالنظم الزراعية ونظم خدمات الإنتاج ونظم إدارة النفايات، كما تم تدعيم تطبيقها من قبل قطاع منظمات حقوق المستهلك وذلك كتقنية للتعامل مع المشاكل البيئية وتشجيع الإستهلاك الأخضر، وفى وقتنا الحاضر تستخدم **LCA** كأداة فعالة فى قياس الآثار البيئية ودعم تصميم وتطوير المنتجات وإتخاذ القرارت البيئية وكدليل بيئى للمستهلك **(Pradel, et al., 2016).**

١ – مشكلة الدراسة:

مع التوجه العالمى نحو سياسات تغير المناخ والسعى لتحقيق التنمية المستدامة يسعى العملاء نحو إستخدام المنتجات والخدمات صديقة البيئة، كما يسعى المنتجون نحو خفض التكاليف وتحقيق الكفاءة الإقتصادية بما يؤدى إلى تضارب في الأولويات بين الجوانب الإقتصادية والجوانب البيئية؛ وعلى هذا ينشأ تحدى التكامل بين تزايد المطالب البيئية للعملاء وأصحاب المصالح مع ندرة الموارد والحاجة السائدة لتحقيق النجاح الإقتصادى.

ولمواجهة هذه التحديات لابد من إستخدام تقنيات حديثة عالية التطور، وتعتبر تقويم دورة الحياة **(Life Cycle Assessment (LCA))** من التقنيات المستحدثة التى يُمْكِن أن تستخدم لتقييم الجوانب الإقتصادية والجوانب البيئية، **فتقويم دورة الحياة (LCA)** ووفقاً لما ورد بمعيار أيزو ١٤٠٠٠ يهدف إلى تقويم الآثار الناجمة عن العمليات والمنتجات على البيئة حيث يتم التركيز على الإنبعاثات البيئية خلال مراحل دورة حياة المنتج أو الخدمة بدايةً من الحصول على المواد الخام وحتى التخلص من النفاية.

كما أوضح كل من **Danina Rossi** و **Wilfried Sihn** عام ٢٠١٣ أن **LCA** تقنية لمناهج دورة الحياة ويمكن استخدامها لتقييم ودعم قرارات تخطيط المنتجات.فدورة الحياة تتكون من عدد من المراحل المتصلة وتعتمد على تحديد الأهداف ونطاق المشكلة وإختيار طريقة البحث ومثال ذلك: (١) التصميم والحصول على المواد الخام والإستهلاك والتخلص من نفاية المنتج. (٢) الإستخلاص والتصميم والإنتاج والتغليف والتعبئة والإستخدام والصيانة والتخلص من النفاية.

ويكمن مفهوم مناهج دورة الحياة لتقييم بدائل المنتج أو الخدمة فى أنها: مجموعة من التقنيات التى تساعد على تحديد كفاءة المنتج، وتحديد البديل الأكثر ملاءمةً للعمليات الإنتاجية والذى يتوافق مع المتطلبات المحددة ويمكن من الحصول على تصميم يرضى رغبات المستهلك.

وباستعراض الدراسات السابقة يلاحظ الآتى:

١- تناولت بعض هذه الدراسات كيفية تكييف مبادئ **LCA** وتطويرها نحو تحسين تصميم تدفقات الطاقة، ونحو تطوير التصميم البيئى للمنتجات، وعلى هذا النحو عززت بعض الدراسات هذا التطوير بإضافة قواعد البيانات مثل **Simapro** و **Ecoinvent** لإطار **LCA**، بينما عرضت دراسات أخرى مراجعة أدبية حول الدراسات السابقة عن **LCA** ثم تطرقت إلى طريقة لكيفية توجيه التطبيق العملى نحو المنتجات المعاد تصنيعها.

٢- إتفقت بعض هذه الدراسات على كيفية التقويم البيئى لنظم إدارة النفايات من خلال **LCA**، وفى محاولة لتعزيز إستخدام **LCA** والتغلب على بعض معوقات التطبيق العملى لـ**LCA** عرضت دراسات إطاراً عن مدى إمكانية التكامل بينها وبين تحليل تدفق المواد **MFA**؛ بينما ركزت دراسات أخرى على التكاليف البيئية لنظم إدارة النفايات ومحاولة دمجها ضمن إطار **LCA**، وعلى كيفية الموازنة بين تكاليف التشغيل وتقويم دورة الحياة **LCA**.

وفى ضوء ما سبق تستنتج الباحثة أن الدراسات السابقة إقتصرت على عرض تقنية **LCA** وكيفية إستخدامها فى تقويم الآثار البيئية الناشئة عن دورة حياة المنتج دون مراعاة لأهمية الجوانب الإقتصادية والفوائد التى يمكن تحقيقها جراء تكامل كلٍ من الجوانب الإقتصادية والجوانب البيئية... وهذا ما سيتم عرضه بالدراسة الحالية.

وعلى هذا يمكن بلورة **التساؤل** البحثي للتعبير عن طبيعة المشكلة على النحو التالى:

مدى إمكانية تحقيق العلاقة بين تقويم دورة الحياة (**LCA**) وإتخاذ القرارات نحو تحقيق التنمية المستدامة.

٢ ـ أهداف الدراسة:

يتمثل الهدف الرئيسى لهذه الدراسة فى كيفية استخدام تقويم دورة الحياة (**LCA**) للوصول إلى منتجات أو خدمات صديقة للبيئة وذات تكلفة مبررة إقتصادياً في ظل التطورات الحديثة وإتخاذ القرارات نحو تحقيق التنمية المستدامة، ويتم تحقيق هذا الهدف من خلال:

١- توضيح طبيعة **LCA** ودورها في تقويم الآثار البيئية للنظام (منتج أو خدمة)، ومدى علاقة ذلك بإتخاذ القرارات لتحقيق التنمية المستدامة.

٣- مدى إمكانية استخدامها للتغلب على بعض تحديات تكامل التقييم الإقتصادى والبيئى، وتوضيح إمكانية الإستفادة من هذا التكامل فى عملية إتخاذ القرارات لتحقيق التنمية المستدامة.

٣ ـ أهمية الدراسة:

نظراً لما تشهده جمهورية مصر العربية من أحداث وتطورات تتواكب مع التطورات العالمية والتى تنادى بضرورة تحقيق التنمية المستدامة، أصبح من الضرورى توفير معلومات ملائمة عن دورة حياة المنتجات أو الخدمات، وعدم قصرها على مرحلة معينة مما يؤدى إلى تحسين جودة المعلومات المالية، ورفع كفاءة الأداء وترشيد القرارات الإدارية.

وتنبع أهمية الدراسة من تعرضها لقضية من أهم القضايا الجدلية الحديثة في هذا الشأن ألا وهى إمكانية التكامل بين الركائز الإقتصادية والركائز البيئية، ويقتضى ذلك ضرورة إستخدام تقنيات حديثة عالية التطور تكون بمثابة أدوات مستحدثة لإدارة التكلفة، وتهدف تقنية **LCA** إلى تقويم الآثار البيئية الناجمة عن هذه المنتجات أو الخدمات، وعلى هذا ينشأ الإهتمام بضرورة البحث في إمكانية استخدامها للحصول على منتجات أو خدمات صديقة للبيئة وذات تكلفة مبررة إقتصادياً فى ظل إتخاذ القرارت وتوجيهها نحو التنمية المستدامة.

٤ ـ الدراسات السابقة المتعلقة بموضوع الدراسة

١ـ دراسة Francesca et al. (٢٠١٢)

هدفت الدراسة إلى إقتراح منهج لتحسين فعالية الطاقة وتحسين الفعالية البيئية لنظم جدران الطاقة الشمسية للمبانى، **وتتناول** الدراسة الجمع بين **LCA** ونظم محاكاة الطاقة لحساب الآثار البيئية من حيث الطلب على الطاقة وتقدير الإنبعاثات الغازية الضارة في مرحلتى البناء والتشغيل للمبانى، وتم تطبيق هذا المنهج لدراسة حالة نموذجية لهذه النظم. **وتوصلت** الدراسة إلى إمكانية تطبيق هذا المنهج فى تطبيقات الإستدامة البيئية لتصميم أفضل وأكفأ واجهات لنظم جدران الطاقة الشمسية للمبانى، حيث يُمَكِن تطبيق **LCA** من إختيار مكونات التصميم في كل مرحلة بما يساهم في تطوير وتحسين هذه النظم، وأوضحت نتائج الحالة التطبيقية فعالية التصميم المركب لهذه النظم حيث أدى هذا التصميم إلى تحسين الطاقة وتحسين الأداء البيئي للمبانى ويتضح ذلك عبرنتائج **LCA**.

٢ـ دراسة Danni et al. (٢٠١٤)

هدفت الدراسة إلى تقديم عرض منهجى عن كيفية إستخدام **LCA** فى تطوير المنتجات بدايةً من مرحلة التصميم وكذلك فى تصميم العمليات لدعم إتخاذ القرارات، **وتناولت** الدراسة بحثاً شاملاً عن المنظور التطبيقى لتقنية **LCA** وكيفية إستخدامها فى الواقع العملى، ومن ثم طرحت الدراسة المشاكل السائدة في تطبيق **LCA** وتم تسليط الضوء على تنمية المنتجات المستدامة بيئياً (**SPD**) وكيفية إستخدام **LCA** وتوجيهها نحو هذا الشأن. **وتوصلت** الدراسة إلى توفير بعض الحلول العملية للمشاكل السائدة في تطبيق **LCA** مع شرح توضيحى بالأمثلة وبذلك يتم توفير مجموعة مبسطة من أدوات **LCA** لكى تكون مرجع للمستخدمين الجدد، وتلخصت المساهمات الرئيسية لهذه الدراسة في توفير مراجعة منظمة لأكثر من ١٠٠ دراسة حول **LCA**، وتقديم رؤية جديدة حول كيفية إستخدام **LCA** في تطوير المنتجات البيئية.

٣ـ دراسة Olga et al. (٢٠١٥)

هدفت الدراسة إلى تقويم بدائل نظم إدارة النفايات (**MWS**) في مواقع الأحداث الضخمة (الملاعب)، **وتتناول** الدراسة تقنية **LCA** لتحليل كيفية تكامل عشرة نظم لإدارة النفايات (**IWMSs**) وذلك لتحديد البديل الأفضل بيئياً والذى يُمَكِن من تخفيض الأضرار البيئية لمعالجة النفايات الناشئة عن المباريات بحديقة الألعاب الأوليمبية بلندن، كما توضح الدراسة كيفية إستخدام **LCA** في عملية التخطيط لإدارة نظم معالجة النفايات لمواقع الأحداث الضخمة. **وتوصلت** الدراسة إلى أن إستخدام **LCA** يدعم عملية إتخاذ القرار عند التخطيط لإستراتيجيات التنمية المستدامة لإدارة نظم معالجة النفايات حيث يوفر **LCA** معلومات أساسية حول الآثار البيئية للبدائل المختلفة لهذه النظم، وبذلك يتم تحديد أفضل بديل بيئي والذى يُمكن تطبيقه بحديقة الألعاب الأوليمبية بلندن (البديل التى أظهرت نتائج **LCA** مقدار

وفوراته البيئية من خلال إعادة تدوير المواد وإستعادة الطاقة). **وتوصى** الدراسة بضرورة إجراء المزيد من البحث فى الجوانب الإقتصادية والإجتماعية لمثل هذه المشروعات لتوفير رؤية شاملة حولها.

٤ – دراسة Rossella et al. (٢٠١٦)

هدفت الدراسة إلى إقتراح إطاراً للتقويم البيئى لتطوير المنتجات بإستخدام **LCA** وذلك فى إطار السعى نحو الإستدامة البيئية وذلك بإعتبار البعد البيئى أحد المتطلبات التى يجب تحقيقها لتطوير المنتجات البيئية، **وتناولت** الدراسة التقويم البيئى **LCA** مع دعم التطبيق بقواعد البيانات كـ**Simapro** و **Ecoinvent** لمساعدة مصممى المنتجات للوصول إلى منتج مثالى يوازن بين فعالية التكاليف والكفاءة البيئية وذلك لتعزيز أهداف التنمية المستدامة. كما عرضت الدراسة حالة عملية لتعزيز الإطار المنهجى والتطبيقى لـ**LCA**. **وتوصلت** الدراسة إلى أن الإطار المقترح يسمح بتطوير المنتجات تلقائياً وذلك للحفاظ على البيئة (ديناميكية تعديل النموذج من خلال التقويم البيئى خلال مرحلة التصميم أى تطوير النموذج الأولى)؛ وذلك كجزء لإيجاد حلول إنتاجية صديقة للبيئة ومقبولة إجتماعياً.

٥ – دراسة David et al. (٢٠١٦)

هدفت الدراسة إلى إقتراح منهج للجمع بين تحليل تدفق المواد (**MFA**) و (**LCA**) كأداة لدعم إتخاذ القرار نحو تقويم نظم إدارة النفايات الصلبة (**SWM**) من خلال المنظور البيئي، و**تناولت** الدراسة المنهج المقترح لتقويم الآثار البيئية لنظم إدارة النفايات من خلال **LCA** ولتقييم كفاءة وفعالية السياسة المحلية المطبقة، وركزت الدراسة على غازات الإحتباس الحرارى (**GHG**) للنظام المطبق حالياً لإدارة النفايات ومقارنته مع النظم البديلة لتقييم فعالية السياسات والمقاييس المختلفة لهذه النظم. **وتوصلت** الدراسة إلى إمكانية الجمع بين **MFA** و **LCA** لتزويد صانعى السياسات ومتخذى القرارات بمعلومات قيمة حول الآثار البيئية لنظم إدارة النفايات (**SWM**)، ويساعد المنهج المقترح الحكومات فى تقويم النظم الحالية والنظم البديلة لدعم السياسات والوصول إلى النظام الأمثل لإدارة النفايات.

٦ – دراسة Kristian (٢٠١٦)

هدفت الدراسة إلى التوصل لكيفية تكييف **LCA** وتوجيه تطبيقه نحو المنتجات المعاد تصنيعها وتوضيح الصعوبات المنهجية عند إستخدام **LCA** فى نطاق سياسات إعادة التصنيع، **وتناولت** الدراسة مراجعة أدبية للدراسات السابقة التى أجريت حول **LCA** للمنتجات المعاد تصنيعها مع عرض لمحة عامة عن المبادئ التوجيهية لـ**LCA** ورؤىً عن سياسات إعادة التصنيع، كما طرحت الدراسة عدداً من الأمثلة والأفكار عن تفاصيل **LCA** فى إطار المنتجات المعاد تصنيعها؛ هذا وقد تطرقت الدراسة إلى تطبيق الطريقة المقترحة فى حالة توضيحية من الواقع العملى لإثبات مدى فعاليتها. **وتوصلت** الدراسة إلى أن المنتجات المعاد تصنيعها تعد أفضل بيئياً مما يعادلها من المنتجات المصنعة حديثاً لأول مرة

ويتجلى هذا واضحاً عبر نتائج **LCA**، وأظهرت نتائج الدراسات السابقة مدى سوء إستخدام مبادئ **LCA** فى نطاق سياسات إعادة التصنيع ولذلك تم التأكيد على أهمية الإلتزام بمبادئ **LCA** فى نطاق هذه السياسات، وأخيراً قدمت الدراسة عدة **توصيات** عن كيفية بلورة **LCA** نحو المنتجات المعاد تصنيعها.

ومن الدراسات السابقة يمكن صياغة الفرض التالى:

لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تقويم دورة الحياة (**LCA**) وإتخاذ القرارات لمعالجة النفايات نحو تحقيق التنمية المستدامة.

٥ – مراجعة أدبيات الدراسة:

١/٥ مفهوم تقويم دورة الحياة (LCA):

تتضح الإختلافات فى التعبير عن هذا المصطلح بين الباحثين فيسميه البعض تقنية، ويدعوه آخرون بالأسلوب فى حين يتناوله البعض كأداة من أدوات دعم القرار، وآخرون يطلقون عليه كما هو تقويم دورة الحياة **(LCA)**؛ وبالرغم من الفروق اللفظية إلا أن هناك شبه إتفاق حول المعنى المقصود والفائدة المتحققة من التطبيق، وفيما يلى عرضاً لبعض هذه التعريفات...

يعرف **Chang** تقويم دورة الحياة (**LCA**) كتقنية تستخدم لفحص وتقويم الآثار البيئية المحتملة خلال دورة حياة المنتج أو الخدمة بدايةً من الحصول على المواد الخام وعبر مراحل الإنتاج والإستخدام وحتى إدارة النفايات، أى أنها تقويم وقياس كمى للإنبعاثات البيئية المرتبطة بإستخدام الموارد؛ وقد إستخدمت على نطاق واسع للمساعدة فى إتخاذ القرارات الإستراتيجية البيئية وللحد من الآثار البيئية **(Buonocore, et al., 2016)**.

ويعرفها آخرون على أنها تقنية لدعم وتحديد النقاط الحيوية للآثار البيئية حيث تغطى مراحل دورة حياة المنتج أو الخدمة من إستخلاص المواد الخام وحتى إدارة نفايات المنتج، أى أنها أداة لدعم القرار وتقدير الآثار البيئية المحتملة لأى نظام إنتاجى خلال مراحل دورة حياته (**Castellani, et al., 2017**).

ويرى بعض الكتاب أن **LCA** تجميع وتقييم لتقويم الآثار البيئية المحتملة لمدخلات ومخرجات نظام المنتج أو الخدمة وما يتعلق به من أنشطة؛ حيث يتم القياس الكمى للآثار البيئية الناشئة عن المنتج بالنظر فى كل خطوة من خطوات إنتاجه بدايةً من الحصول على المواد الخام وحتى التخلص من نفاية المنتج، ويتم حساب الآثار البيئية الناشئة عن كل عملية مثل غازات الإحتباس الحرارى والآثار السامة وتلوث المياه... ويشمل ذلك الإنبعاثات البيئية لتدفقات المواد والطاقة وبذلك يتم تحديد النقاط الحيوية للآثار البيئية ودعم أسس التحسن البيئى، ويتم هذا القياس عن طريق وحدات الكتلة والطاقة (**Chen, et al., 2016**). أى أن **LCA** تعد تقييم مستمر خلال دورة الحياة.

وعليه فإن **LCA** تعد تقنية بارزة لتحديد وقياس الأعباء البيئية خلال دورة حياة المنتج وتقويم الآثار البيئية المحتملة لهذه الأعباء وتقييم البدائل المتاحة لتجنب أو للحد من هذه الآثار **(Duran~ona, et al., 2016)**.

هذا وقد إكتفى البعض بتعريفها على أنها أداة للتقويم المنتظم للمسائل البيئية المتعلقة بالمنتج ويعتمد هذا المفهوم على نتائج مخزون دورة الحياة، ويتم تقويم الآثار البيئية خلال دورة حياة المنتج الكلية بإعتبارها أداة من أدوات المحاسبة الإدارية البيئية **(معاطى، ٢٠١٠)**.

وفى ضوء ما سبق يمكن تعريف تقويم دورة الحياة **(LCA)** على أنها إحدى التقنيات العديدة للمحاسبة الإدارية البيئية ودعم إتخاذ القرار (مثل تقنية تقويم المخاطر البيئية، وتقنية تقويم الأداء البيئى)، وتستخدم لفحص وقياس وتقويم الآثار البيئية المحتملة خلال دورة حياة المنتج أو الخدمة بدايةً من الحصول على المواد الخام ومروراً بمراحل الإنتاج والإستخدام وحتى إدارة النفايات بما يساعد على تحديد النقاط الحيوية للآثار البيئية وإستخدام البدائل المتاحة لتجنب أو للحد من هذه الآثار، فهى بمثابة تقييم مستمر خلال دورة الحياة من المهد إلى اللحد.

ويقصد بالآثار البيئية (**Environmental impact**) الآثار الضارة المحتملة على البيئة الطبيعية نتيجة ممارسة الأنشطة البشرية مثل إستنزاف الموارد الطبيعية والإنبعاثات فى الهواء والماء وإستخدام الأرض....

١/١/٥ المراحل الأساسية لتقويم دورة الحياة (LCA):

تستخدم تقنية تقويم دورة الحياة **(LCA)** لتقويم الآثار البيئية لكل مرحلة من مراحل دورة حياة المنتج أو الخدمة؛ حيث توفر تحليل هيكلى لمدخلات ومخرجات كل مرحلة من هذه المراحل، ويتحقق هذا التقويم **(CIRCE, 2013)** عن طريق:

١- تحديد الطاقة والمواد وجميع أنواع النفايات التى يتم إطلاقها فى البيئة.

٢- تحديد الآثار البيئية لإستهلاك الطاقة والمواد.

٣- تقويم وتنفيذ الممارسات لتحسين البيئة.

ووفقاً لمعايير الأيزو فقد إتفق معظم الباحثين على أن تنفيذ تقويم دورة الحياة **(LCA)** يتم على أربع مراحل أساسية تتمثل فى تحديد الهدف ونطاق التحليل، وتحليل دورة حياة المخزون، وتقويم الآثار لدورة حياة المخزون، وأخيراً تفسير النتائج **(ISo14040, 2006)**.

ويتبـع هذه المراحـل التطـرق إلى نموذج كيفـية حساب الآثار البيئـية فـى LCA:

تستند **LCA** على القياس الكمى للآثار البيئية خلال دورة حياة المنتج أو الخدمة، ومن خلال تحليل الأعباء البيئية المحتملة فإنه يمكن تصنيفها فى النهاية وفقاً لمدى مساهمتها فى فئات الآثار البيئية **(Olmez, et al., 2016)**. هذا وتستخدم المعادلة الآتية لحساب إجمالى الآثار البيئية:

$$\mathbf{LCA = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6.}$$

حيث تمثل **LCA** إجمالى الآثار البيئية، وتمثل $\mathbf{I_1}$ الأثر البيئى لمرحلة إستخلاص المواد الخام أو الحصول على المواد الخام، و$\mathbf{I_2}$ الأثر البيئى لمرحلة التشغيل، $\mathbf{I_3}$ الأثر البيئى لمرحلة التسويق، $\mathbf{I_4}$ الأثر البيئى لمرحلة الإستخدام، $\mathbf{I_5}$ الأثر البيئى لمرحلة إعادة التدوير، وتمثل $\mathbf{I_6}$ الأثر البيئى لمرحلة التخلص من نفاية المنتج **(Atmaca and Atmaca, 2015)**؛ مع ملاحظة أن إختيار جميع هذه المراحل أو بعضها ينبغى أن يتسق مع تحديد هدف ونطاق الدراسة.

يوضح الشكل كيفية تحليل الآثار البيئية للنظام بدايةً من إستخلاص المواد وإنتهاءً بإدارة النفايات؛ حيث يتم حساب الإنبعاثات المباشرة وغير المباشرة لمدخلات ومخرجات كل مرحلة.

هذا ويمكن التطرق إلى إستخدامات **LCA حيث خلص بعض الباحثين (Kara & Ibbotson, 2011) إلى أنه يمكن إستخدام تقويم دورة الحياة (LCA) لتحقيق الآتى:**

١- توفير تحليل هيكلى لمدخلات ومخرجات نظام المنتج أو الخدمة عبر تقويم الآثار البيئية لكل مرحلة من مراحل دورة الحياة.

٢- تحديد المناطق الحيوية للآثار البيئية فى دورة حياة المنتج وبالتالى تحديد المصادر الرئيسية لهذه الآثار وإستهدافها وتحديد بدائل التحسين التى يمكن إستخدامها، أى تقويم وتنفيذ الممارسات لتحسين البيئة.

٣- معالجة الفئات المختلفة للآثار البيئية والوفاء بالمتطلبات البيئية مثل خفض إنبعاثات الكربون وخفض غازات الإحتباس الحرارى وبالتالى خفض الضريبة على الكربون وتحقيق الإستخدام الأمثل للطاقة والمواد؛ بما يؤدى إلى الحد من توليد النفايات وذلك فى إطار تحقيق أهداف التنمية المستدامة، كما يمكن إستخدامها فى قياس وفورات الطاقة التى يمكن أن تتحقق من إعادة تدوير المواد.

٤- تستخدم كأداة لدعم إتخاذ القرار نحو تطوير المنتجات؛ حيث تستخدم فى تحديد أولويات الإستثمار والأنشطة لتحسين الأداء البيئى عن طريق المقارنة بين الأعباء البيئية للبدائل وتوفير المعلومات عن كل بديل ثم إختيار البديل الأفضل، أى أنها تستخدم لقياس إلى أى مدى تكون المنتجات الصناعية أفضل بيئياً من مثيلتها.

٥- دعم إختيار العمليات والمواد وسلاسل التوريد وفحص الأداء البيئى لها ودعم إختيار الموردين وبالتالى توفير إطار للإدارة المستدامة لسلاسل التوريد.

٦- وضع البرامج والسياسات البيئية وتصميم منتجات صديقة للبيئة حيث توفر مجموعة شاملة من مؤشرات الكفاءة البيئية تستخدم كمؤشر لتقويم وتحسين الأداء البيئى للمنتجات من خلال توفير معلومات قيمة حول الأداء البيئى والأعباء البيئية للنظام، ومن ثم وضع العلامات البيئية وتوفير المعلومات التسويقية والإعلان عن المنتجات البيئية والتخطيط الإستراتيجى لها.

هذا ويشير الأداء البيئى **(Environmental Performance)** إلى قدرة المنشأة على تحقيق الحماية البيئية الأساسية المتمثلة فى إنتاج منتجات صديقة للبيئة وتحقيق الأمن الداخلى للعاملين والتحكم فى الإنبعاثات الخطرة والتخلص من المخلفات بشكل آمن **(معاطى، ٢٠١٠)**.

وعلى هذا فإن تقنية تقويم دورة الحياة **(LCA)** يمكن أن تساعد **(ISO14040, 2006)** فى:

١- تحديد فرص التحسن للجوانب البيئية للمنتجات فى نقاط متعددة من مراحل دورة الحياة.

٢- دعم إتخاذ القرار للمنظمات الحكومية وغير الحكومية مثل التخطيط الإستراتيجى للمنتجات البيئية وتحديد الأولويات.

٣- إختيار مؤشرات الأداء البيئى ووضع العلامات البيئية والإعلان عن المنتج البيئى لتسويق المنتجات البيئية والوفاء بالمطالبات البيئية.

٤- تشجيع آلية التنمية النظيفة **(Clean Development Mechanism (CDM))**.

أما عن مزايا تقويم دورة الحياة (LCA) (Foelster, 2016) فتتمثل فى الآتى:

١- توفير توجيهات حول كيفية تحسين تفسير النتائج لتحديد القضايا الرئيسية داخل سلاسل الإنتاج والإستهلاك وبالتالى تعزيز فهم ما يحدث داخل نطاق نظام المنتج.

٢- تقديم إطار لتوحيد تقييم البصمة البيئية مما يجعلها أكثر موثوقية وذلك من خلال إعتماد تصميم المنتجات صديقة البيئة ومبادئ الإستدامة البيئية وتحديد السياسات البديلة للإنتاج وتقييم الفوائد المحتملة لبدائل التحسين.

٣- توفير الطاقة والموارد من خلال تخفيض الإستهلاك أو زيادة كفاءة الإستهلاك خلال دورة حياة المنتج أو الخدمة وكذلك الوفورات المتحققة من إعادة التدوير وإعادة الإستخدام حيث يمكن إستعادة بعض المواد وإستخدامها كمواد خام فى منتجات أخرى.

٤- تحقيق الأمان والرفاهية حيث يتم إستبدال المواد السامة بمواد غير سامة لضمان إستخدام مواد خالية من المواد الكيماوية لتعزيز السلامة البيولوجية وتقليل الآثار السامة على النبات والحيوان والإنسان خلال دورة حياة المنتجات وبالتالى توفير بيئة ملائمة للحياة الإنسانية.

ومن هذا يمكن إستنتاج أن تقنية تقويم دورة الحياة **(LCA)** تُمكن من تقويم إستخدام المواد والطاقة، وتطوير بدائل المواد وتحسين كفاءة الطاقة لتحسين الأداء البيئى لكامل دورة الحياة وتحسين المنتج النهائى، وكذلك تنفيذ إستراتيجيات إعادة التصنيع وإعادة الإستخدام لإضافة قيمة للمنتجات المستخدمة. **ويدور الهدف الرئيسى من هذه التقنية حول** كيفية تقويم الآثار البيئية للنظم المختلفة ومقارنة النظم البديلة التى توفر نفس الكفاءة للمنتج أو الخدمة والتحسين المستمر فى جميع مراحل دورة الحياة وذلك من وجهة النظر البيئية. **هذا ويمكن التطرق إلى بعض العوائـق (Kjaer, et al., 2016) الـتى تواجـه تطبيـق LCA:**

١- تعقيد وغموض **LCA** يعوق الإستخدام الواسع لها، كما أن دقة دراسات **LCA** محدودة لعدم توافر البيانات الكافية.

٢- تركز مبادئ **LCA** على تقييم المنتجات الملموسة وتفتقر إلى إعطاء إهتمام خاص للأنظمة المعقدة مثل أنظمة خدمات المنتجات والتى تتكون من عناصر غير ملموسة، كما أنها لا تعالج الجوانب الإقتصادية للمنتج.

٣- طبيعة الإختبارات والإفتراضات فى **LCA** مثل حدود النظام ومصادر البيانات وفئات الأثر تخضع للحكم الشخصى، وتركز نتائج **LCA** على القضايا البيئية فقط.

٢/٥ ماهية مفهوم التنمية المستدامة (Sustainable Development):

يعتبر مفهوم التنمية المستدامة من المفاهيم المستحدثة بالنسبة لإطار العمل البيئى بالدول المختلفة؛ ويرجع ذلك إلى أن الإهتمام بقضايا البيئة كان منصباً فى بادئ الأمر على الحد من التلوث البيئى بأنواعه المختلفة مما أدى إلى حدوث تطور ملحوظ فى أساليب رقابة عناصر التلوث البيئى، كما تحولت نظرة العالم فى الآونة الأخيرة _سواء كانت دول متقدمة أم دول نامية_ من الإهتمام بالتقييم الإقتصادى والإجتماعى للقطاعات المختلفة عن الفترات الماضية إلى إجراء ذلك التقييم عن الفترات المستقبلية ومن هنا ظهر مفهوم التنمية المستدامة.

وتتعدد المفاهيم حول التنمية المستدامة **(المنتدى العربى لإدارة الموارد البشرية)** حيث يقصد بها تحقيق معدلات من التنمية فى الموارد المتاحة بما يتجاوز معدلات النمو السكانى ويؤدى إلى توفير الإحتياجات الخاصة بالأجيال القادمة من هذه الموارد؛ وقد يقصد بها التنمية التى تلبى إحتياجات الجيل الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على الوفاء بإحتياجاتها.

أو قد يقصد بالتنمية المستدامة: ضمان ألا يقل المخزون الكلى للأصول التى تتوارثها الأجيال القادمة عما يتمتع به الجيل الحالى؛ ومن ثم يجب على المجتمع الحرص فى إستخدام الموارد النادرة

بالإضافة إلى الإهتمام بتوزيع الثروة فى الأجيال الحالية بنفس درجة الإهتمام بالرخاء البيئى للأجيال القادمة **(معاطى، ٢٠١٠)**.

وبالرغم من الفروق اللفظية إلا أن هناك شبه إتفاق حول المعنى المقصود والفائدة المتحققة من التطبيق؛ والمتمثلة فى الحفاظ على حقوق الأجيال الحالية والمستقبلية من الرخاء البيئى.

وعلى ذلك تهدف التنمية المستدامة إلى التنمية الإقتصادية والتنمية البيئية والتنمية الإجتماعية أى أنها ترتكز على ثلاث ركائز أساسية:

ركيزة إقتصادية: تهتم بجميع التكاليف بدايةً من التكاليف الأولية ومروراً بتكاليف التشغيل وحتى تكاليف التخلص من النفاية (زيادة الإنتاجية وتشجيع أنماط إستهلاك متوازنة).

ب- ركيزة بيئية: وتهتم بالصحة العامة والجودة البيئية والآثار البيئية الأخرى (عدم الإفراط فى إستخدام الموارد)....

ج- ركيزة إجتماعية: وتهتم بالمنتجات الخضراء والتنمية الحضارية والقضاء على الفقر (دعم المشروعات الصغيرة) **(Xu and Fengsheng, 2010)**.

ولما كانت الموارد الإقتصادية _سواء كانت متجددة أم غير متجددة_ محدودة وقد يصل معدل نموها السنوى أقل من معدل النمو السكانى؛ مما يؤدى إلى ضرورة البحث عن الأساليب التى من شأنها تحقيق التوازن بين نمو الموارد ونمو السكان.

وعلى هذا تعتبر تقنيات ومناهج دورة حياة المنتج أو الخدمة من التقنيات التى يمكن الإعتماد عليها فى حصر وتحديد كمية الفاقد من الخدمات والطاقة والتى تتسبب فى زيادة معدلات التلوث البيئى بأنواعها وإنخفاض كمية الإنتاج وبالتالى إنخفاض الإيرادات المحققة. وبالتكامل بين هذه التقنيات يمكن توفير منظور شامل عن دورة الحياة للمنتجات والخدمات بما يوفر أساساً جيداً لإتخاذ القرارات نحو تحقيق التنمية المستدامة.

١/٢/٥ أهمية تقويم دورة الحياة (LCA) (Egilmez, et al., 2016; Capitanescu, et al., 2016) لدعم إتخاذ القرار نحو تحقيق التنمية المستدامة:

١- إستخدام **LCA** يساعد على تجاوز بعض القيود المرتبطة بالطرق التقليدية مثل التقييم المتعدد والآثار التراكمية للأنشطة المختلفة لنفس النظام.

٢- تحديد نقاط إهدار الموارد فى نظم الإنتاج وإدراج القضايا الإجتماعية فى التحليل.

٣- تحسين الأداء البيئى من خلال توضيح كيفية التصرف فى النقاط الحيوية للآثار البيئية وتجنب تحويل العبء البيئى بين مراحل دورة الحياة ويعد هذا أساساً لإبتكار ودعم السياسات البيئية.

٤- دعم كفاءة وفعالية الإستهلاك الأخضر والإنتاج البيئي؛ وبذلك فهى أداة قوية وأساسية لدعم إتخاذ القرار نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة حيث تعزز البحث عن إمكانيات التحسن طوال دورة حياة المنتج.

٥- تصميم أداء بيئى تفصيلى لإعادة تدوير المنتجات أى تحسين دورة الحياة للمنتج على أساس المعايير البيئية، كما يتم إعتماد البصمة البيئية من خلال **LCA**.

٦- تحديد مؤشرات الأداء البيئى للمنتجات صديقة البيئة **(Environmental Performance Indicator (EPI))** وضمان أداء مبسط لهذه المؤشرات **(EPI)**؛ وبالتالى تشجيع سياسات المشتريات الخضراء وسلاسل التوريد الخضراء.

٧- تجنب المشاكل البيئية مثل تحسين تقنيات الإنتاج لصالح القضايا المتعلقة بالنفايات لتخفيض إنبعاث الغازات الحرارية.

٣/٢/٥ أثر تقويم دورة الحياة (LCA) على إتخاذ القرارات لدعم التنمية المستدامة:

فى وقتنا الحاضر تمت إثارة الوعى العام حول القضايا البيئية والمفاضلة بين النمو الإقتصادى والحفاظ على البيئة وفى هذا الصدد تلعب التنمية المستدامة دوراً هاماً لتحقيق التوازن بين الإنتاج والإحتياطى من الموارد الطبيعية، فالتنمية المستدامة تمثل عملية تطوير الأرض والمدن والمجتمعات وكذلك الأعمال التجارية بشرط تلبية إحتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية إحتياجاتها، ويواجه العالم خطورة التدهور البيئى الذى يجب التغلب عليه مع عدم التخلى عن التنمية الإقتصادية وكذلك المساواة والعدل الإجتماعى، وتتطلب التنمية المستدامة تحسين ظروف المعيشة لجميع الأفراد دون زيادة إستخدام الموارد الطبيعية إلى ما يتجاوز قدرة كوكب الأرض على التحمل.

وبذلك أصبحت الإستدامة البيئية أحد المعايير الرئيسية للإنتاج نتيجة لزيادة المطالب العالمية بتوفير منتجات صديقة للبيئة وجعل المنتجات أكثر إستدامة بيئياً فيما يعرف بتطوير المنتجات المستدامة **(Developed Product Sustainable (SPD))** **(Kara, 2011)**. وفى نطاق التنمية المستدامة تعد **LCA** تقنية هامة لضمان هذه الإستدامة وذلك من خلال تقويم الآثار البيئية لدورة حياة المنتج أو الخدمة فى مختلف القطاعات وتمديد الإتجاهات البحثية من مجرد تحديد الآثار البيئية لدراسة شاملة تتضمن الجوانب الإجتماعية والإقتصادية.

وتعد تقويم دورة الحياة **(LCA)** تقنية لدعم تصميم المنتجات المستدامة بيئياً حيث:

١- تلعب **LCA** دوراً هاماً فى المراحل الأولى للتصميم وتحسين الأداء البيئى للمنتجات والإستخدام الأمثل للموارد والحد من توليد النفايات حيث تنشأ الآثار البيئية عن معظم الأنشطة والعمليات **(Buonocore, 2016)**.

٢- تمكن **LCA** من فحص الأداء البيئى لسلاسل التوريد حيث توجد علاقة بين عدد الموردين والأثر البيئى المتراكم فى شبكة سلاسل التوريد مما يؤدى إلى تحقيق سلاسل توريد مستدامة وتوفير إطار للإدارة المستدامة لسلاسل التوريد **(Kara, 2011)**.

٣- توفير معلومات قيمة حول الأداء البيئى والأعباء البيئية من خلال توفير معلومات حول التأثيرات المحتملة أو المحققة من الأنشطة البشرية على الظواهر البيئية وتحديد النقاط الحيوية لتحديد المصادر الرئيسية للآثار البيئية بما يؤدى إلى توجيه التقويم نحو الإستدامة البيئية لنظم المنتجات أو الخدمات.

٤- توضح **LCA** كيفية تحسين الإستدامة البيئية عن طريق وضع رابط مباشر بين الإستدامة وقيمة حقوق المساهمين؛ وبذلك يمكن أن تنجح الشركات فى تضمين إعتبارات الإستدامة فى القرارات الإدارية وخلق قيمة مضافة من خلال تخفيض التكاليف والحد من المخاطر وتمايز المنتجات وتقديم منتجات جديدة تلبى رغبات العملاء؛ ومع ذلك فإن أهمية الجوانب المختلفة للإستدامة تتغير من شركة إلى أخرى إعتماداً على السياق الآتى:

أ- إختلاف أنواع نظم المنتجات والنطاق الجغرافى وما يتعلق به من الدوافع الإجتماعية والبيئية، وكذا إختلاف الموارد البيئية والتحديات الإجتماعية مثل التغيرات المناخية ونضوب الموارد.

ب- سعى الشركات لتلبية إحتياجات العملاء والمجتمع وتلك هى القيمة الأساسية للأعمال التجارية.

ج- تكافح الشركات لتوازن بين التناقض الواضح ما بين الإستدامة البيئية وما بين خلق قيمة مضافة. وعليه يُمكن خلق القيمة المضافة عن طريق دمج الإستدامة البيئية فى تطوير المنتجات أو من خلال تحويل النفايات إلى منتج وذلك بالإعتماد على أن بعض المعادن ذات قيمة ويمكن إعادة تدويرها أو إعادة إستخدامها لتقليل التلوث البيئى؛ وبذلك فإن إستخدام **LCA** يساعد على دعم كفاءة وفعالية وجعل الإنتاج والإستهلاك أكثر إستدامة من الناحية البيئية **(Bian,et al., 2016)**.

٥- تستخدم **LCA** لوضع البرامج والسياسات البيئية والعلامات البيئية والحد من الآثار البيئية وتصميم منتجات صديقة للبيئة، وتقييم وتحسين الأداء البيئى للمنتجات الذى يعد أحد الركائز الأساسية للتنمية المستدامة.

٦- يتم إعتماد البصمة البيئية **(PEF)** من قبل اللجنة الأوروبية للمنتج على أساس **LCA** للمواد البيئية؛ وبذلك تساعد **LCA** فى تأسيس معيار لتقويم الإنتاج البيئى وتحسين الإستهلاك البيئى وتمديد نظرية الإنتاج النظيف وتشجيع التنمية المستدامة **(Roos, et al.,2016)**.

٧- تحديد المؤشرات المختلفة للإستدامة البيئية كمؤشرات الكفاءة البيئية لوضع علامات التقدم نحو أنماط أكثر إستدامة للتنمية البشرية ومجابهة الضغوط البيئية وإستهلاك الموارد والجوانب الإجتماعية والإقتصادية الأخرى؛ وبذلك فإن **LCA** تساعد على توفير مؤشرات قوية تزيد من موثوقية التقييم؛ وعليه تصبح **LCA** وسيلة هامة لتصميم عمليات أكثر إستدامة بيئياً وكذلك أساساً لإبتكار ودعم السياسات البيئية **(Egilmez, 2016)**.

وعليه تعد **LCA** مصدر مفتوح وطريقة معيارية تعطى إجابات للمصممين والمستهلكين عند القياس الكمى للقضايا البيئية على مدار دورة حياة المنتجات؛ حيث تعد المقاييس البيئية جزءاً لا يتجزأ من الإستراتيجيات الصناعية الحديثة مما أدى إلى تطوير مواد تحد من الآثار البيئية لإحلالها محل تلك المواد التى لها آثار بيئية عالية **(Roos, 2016)**.

حيث تقوم فكرة المواد البيئية على أساس كيفية إستيفاء الوظيفة المطلوبة منها مع تخفيض الأعباء البيئية وكيفية تحسين إعادة تدوير المواد أو كيفية إستخدام كمية ضئيلة من المواد مع تعزيز السلامة البيولوجية؛ بما يعزز سلامة البيئة العالمية والتنمية الإجتماعية والوجود الإنسانى ويتماشى مع النطاق العالمى الذى يهدف نحو تحقيق مجتمع مستدام وإيجاد حلول فعالة للحد من الأعباء البيئية للعمليات الصناعية فى مراحل التصميم والتشغيل **(Luglietti, 2016)**، وتطوير إطار يهدف للتعرف على المناطق الحيوية للإستدامة البيئية وتلبية إحتياجات أصحاب المصالح ومتخذى القرار وتوفير أدوات لدعم السياسات لمتخذى القرار وتحقيق أهداف التنمية المستدامة عن طريق الإدارة المثلى وتخصيص الموارد الطبيعية والمفاضلة بين الإحتياجات البيئية والإقتصادية والإجتماعية؛ حيث يجب أن يراعى التصميم العصرى للمنتجات قضايا المنتجات صديقة البيئة والإستخدام الأمثل للموارد على مدار دورة حياة المنتج وذلك فى إطار تحقيق أهداف التنمية المستدامة وكحلول مقبولة إجتماعياً **(Capitanescu, 2016))**.

٦ – الدراسة التطبيقية:

يمثل مجتمع الدراسة قطاع الخدمات الصحية والذى يعد من أهم القطاعات حالياً فى جمهورية مصر العربية؛ وعلى هذا تمثل مجال الدراسة التطبيقية بالمستشفيات المركزية بمحافظة دمياط.

ونظراً لعدم وجود مصدر مركزى أو قاعدة بيانات للمعلومات البيئية على المستوى المحلى ولا على مستوى المحافظات فى مصر؛ فضلاً عن أنه لا توجد بيانات رصد منظمة للعديد من المعايير البيئية الهامة فقد إعتمدت الباحثة على الدليل الدولى لتغير المناخ (**IPCC**) لصياغة بطاقة للوصف البيئى لتكن أساساً للتقويم البيئى؛ وكذلك إعتمدت على دليل الممارسات السليمة فى عملية حصر إنبعاثات غازات الإحتباس الحرارى ودرجة عدم التيقن لها لحساب انبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون.

١/٦ التقويم البيئى لمراحل دورة حياة نظام إدارة النفايات:

وفقاً لمراحل التقويم البيئى **LCA** فإنه أولاً يتم تحديد هدف ونطاق الدراسة، ويتمثل هدف الدراسة فى تحديد الآثار البيئية لنظام إدارة النفايات الطبية؛ وبالتالى يقتصر نطاق الدراسة على مراحل دورة حياة نظام إدارة النفايات الطبية بالمستشفى المركزى س (حدود الدراسة)؛ وبناءً على ذلك تمثل الوحدة الوظيفية واحد طن من النفايات.

وقد تم تحليل دورة حياة المخزون من خلال جمع وفرز بيانات مدخلات ومخرجات نظام إدارة النفايات الطبية بالمستشفى والتى ينشأ عنها آثار بيئية خلال دورة حياة نظام إدارة النفايات الطبية، وفيما يخص تقويم آثار دورة حياة النظام فقد تم إستخدام بطاقة التوصيف البيئى والتى تم إعدادها وفقاً للدليل الدولى **IPCC**؛ وقد تم إستخدام عوامل الترجيح لتقييم درجة التأثير وذلك تمهيداً للمرحلة النهائية من التقويم البيئى وهى تفسير النتائج.

ولإكتمال أغراض التقويم البيئى فقد تم حساب إنبعاث غاز ثانى أكسيد الكربون والذى يشكل حوالى ٦٠٪ من الغازات المؤثرة على الإحتباس الحرارى؛ وجدير بالذكر أن هذه الإنبعاثات تنشأ من الإحتراق الثابت نتيجة إنطلاق الكربون الذى يحتوى عليه الوقود أثناء عملية الإحتراق _ وتتوقف هذه الإنبعاثات على المحتوى الكربونى للوقود_؛ وعلى ذلك تم حساب هذه الإنبعاثات[١] حيث تبلغ هذه الإنبعاثات لنقل النفايات المعالجة بالفرم إلى المدفن ٢٤٩×١٠^٥ كج سنوياً لكل لتر من الوقود المستخدم بينما بلغت[٢] ٢٤٩×١٠^٨ كج وذلك للمعالجة بالحرق، وتبلغ ٢٤٩×١٠^٥ كج سنوياً لكل لتر أيضاً لنقل الكمية المعالجة بالحرق إلى المدفن؛ وعليه تبلغ الإنبعاثات الكربونية لمعالجة النفايات الخطرة[٣] ٢٤×١٠^٩ كج مع إهمال عدد الليترات المستهلكة سنوياً لنقل النفايات المعالجة بالفرم أو الحرق إلى المدفن.

هذا وقد تم حساب أثر إستغلال الأرض فى الدفن بإستخدام الجداول المرفقة بالدليل الدولى للتقويم البيئى[٤] وقد بلغ ١٧٩×١٠^٣ م^٢. وعليه يوضح الجدول التالى (١) التقويم البيئى لمراحل دورة حياة نظام إدارة النفايات بالمستشفى المركزى (س).

---

١ الإنبعاثات المقدرة لمرحلة النقل = معامل الإنبعاث × الوقود المستهلك = ٦٩٣٠٠ × ١ × ٣٠ ×١٢ = ٢٤٩٤٨٠٠٠ كج تقريباً ٢٤٩×١٠^٥كج؛ وجدير بالذكر أنه تم تحديد معامل الإنبعاث من دليل الممارسات السليمة فى عملية حصر إنبعاث غازات الإحتباس الحرارى.

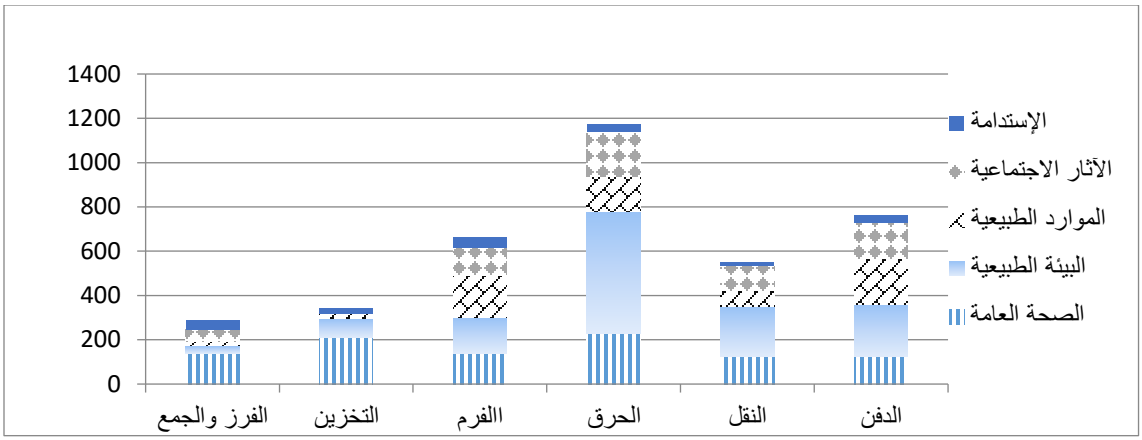
٢ إنبعاثات مرحلة المعالجة بالحرق = معامل الإنبعاث × الوقود المستهلك × ٣٠ × ١٢ = ٦٩٣٠٠ × ١٠٠٠ × ١٢ × ٣٠ = ٢٤٩×١٠^٨ كج/سنوياً. علماً بأن المحرقة تستهلك ١٠٠٠ لتر من السولار يومياً.

٣ إجمالى الإنبعاثات الكربونية لمعالجة النفايات الخطرة = إنبعاثات المعالجة بالحرق + الإنبعاثات السنوية لكل لتر مستهلك لنقل النفايات المعالجة بالفرم + النفايات المعالجة بالحرق إلى المدفن = ٢٤٩×١٠^٨ + ٢٤٩×١٠^٥ + ٢٤٩×١٠^٥ = كج ≈ ٧٤×١٠^٨ كج، مع إهمال عدد الليترات المستهلكة سنوياً فى نقل النفايات المعالجة بالفرم أو الحرق إلى المدفن.

٤ يتم حساب أثر إستغلال الأرض فى الدفن من خلال حساب الفرق فى التربة فى حالة مستقرة وفى حالة محتوى الكربون (إستخدام الأرض قبل وبعد التحول)؛ وبإستخدام جدول ١٠ ، ١١ المرفقان بالدليل الدولى للتقويم البيئى تم حساب هذا الأثر حيث يكون مخزون الكربون العضوى الأول فى التربة الناتج من الإستخدام الأول للأرض = مخزون الكربون العضوى فى التربة (المنطقة المناخية؛ نوع التربة) × عامل إستخدام الأرض × عامل إدارة الأرض × عامل مستوى المدخلات = ٦٣ × ١٩ × ٩٣ × ١ = ١١١٣٢١ م^٢. ويكون الإستخدام الثانى = ٦٣ × ١٩ × ٩٣ × ١,٤٤ = ١٦٠٣٠٢م^٢؛ وعلى هذا فإن أثر الإستغلال = الفرق بين الإستخدام الأول والثانى × الوزن الذرى للكربون ١٢/٤٤ = (١١١٣٢١ – ١٦٠٣٠٢) × ١٢/٤٤ = ١٧٩٥٩٧ م^٢ ≈ ١٧٩×١٠^٣ م^٢.

جدول (١) التقويم البيئى (LCA) لمراحل نظام إدارة النفايات فى المستشفى المركزى س.

بيان	فرز وجمع	التخزين	الفرم	الحرق	النقل	الدفن
الصحة العامة	١٤٠	٢١٠	١٤٠	٢٣٠	١٢٥	١٢٥
البيئة الطبيعية						
الهواء	٣٢	٨٤	١٦٠	٢٩٦	٢٢٤	١٠٤
التربة	٠	٠	٠	٢٥٢	٠	٣٣٢
	٣٢	٨٤	١٦٠	٥٤٨	٢٢٤	٤٣٦
الموارد الطبيعية	٠	٠	٣٠	٥٤	٤٨	٤٢
المياه	٠	٠	٧٢	٧٨	٠	٨٤
الطاقة	٢١	٢٤	٩٠	٦٦	٢٤	٦٠
النبات	٠	٠	٠	١٥	٠	١٨
	٢١	٢٤	١٩٢	١٥٩	٧٢	٢٠٤
إنبعاثات غاز CO^2	٠	٠	٠	٨١٠×٢٤٩	١٠٥×٢٤٩	
إستخدام الأرض	٠	٠	٠	٠	٠	٣١٠×١٧٩
الآثار الإجتماعية						
الآثار الرئيسية	٢٨	٠	٥٦	١٠٦	٤٢	١٠٢
المنظر العام	١٢	٠	٤٨	٥٤	١٠	٥٠
حركة المرور	١٢	٠	٢٠	٤٠	٦٠	١٠
	٥٢	٠	١٢٤	٢٠٠	١١٢	١٦٢
الإستدامة البيئية	٤٢	٢٣	٤٨	٣٦	١٧	٣٦



شكل (١) التقويم البيئى لمراحل نظام إدارة النفايات فى المستشفى س.

ويتضح من الجدول (١) والشكل (١) التقويم البيئى لنفايات المستشفى المركزى س؛ حيث يتضح أن مرحلة الحرق تتسم بأعلى الآثار البيئية نظراً لإرتفاع الأثر البيئى على الهواء والتربة يليها الدفن فالفرم فالنقل فالتخزين فالفرز والجمع، كما إتسمت مرحلة الحرق بإرتفاع الآثار البيئية فى البيئة الطبيعية وفى إنبعاثات غاز ثانى اكسيد الكربون وفى الأثر على الصحة العامة؛ بينما تتسم مرحلة الدفن بإرتفاع الآثار البيئية فى إستغلال الموارد الطبيعية نظراً لزيادة إستغلال التربة وكذلك هى الأعلى فى إستخدام الأرض، وإنعكست هذه الآثار على الآثار الإجتماعية؛ بينما إتسمت مرحلة الفرم بأعلى أثر إيجابى إنعكس على نمو الإستدامة البيئية يليها الفرز والجمع ثم مرحلتى الحرق والدفن ثم التخزين والنقل.

٧ ـ نتائج الدراسة:

إستندت دراسة الحالة العملية على إحدى المستشفيات المركزية من النوع (أ) وذلك وصولاً إلى كيفية إجراء التقويم البيئى لمراحل هذا النظام **LCA** وفقاً لإطار ملائم من مراحل دورة الحياة تم بنائه على أساس أنشطة سلسلة القيمة **(VC)**.

وعليه أسفرت نتائج التطبيق عن:

١ـ تحديد التكلفة الإجمالية لمراحل نظام إدارة النفايات الطبية والتى تشمل تكاليف مرحلة الفرز والجمع ومرحلة التخزين ومروراً بمرحلة المعالجة وإنتهاءً بمرحلة الدفن؛ ومنه يمكن إدارة التكلفة بطريقة مثالية من خلال التركيز على فعالية التكلفة.

٢ـ يمكن إستخدام تقويم دورة الحياة إما لدورة حياة نظام إدارة النفايات كله أو لجزء واحد كما فى مرحلة المعالجة بالمحرقة، وبالحصول على بيانات السنوات السابقة يمكن عمل المقارنات اللازمة بقصد تحليل الإنحرافات إذا وجدت.

٤- تحديد المناطق الحيوية للآثار البيئية فى مراحل دورة حياة نظام إدارة النفايات، وتحديد المصادر الرئيسية لهذه الآثار والمتمثلة فى آثار مرحلة الحرق حيث تتسم بأعلى الآثار البيئية نظراً لإرتفاع الأثر البيئى على الهواء والتربة يليها الدفن فالفرم فالنقل فالتخزين فالفرز والجمع، كما إتسمت مرحلة الحرق بإرتفاع الآثار البيئية فى البيئة الطبيعية وفى إنبعاثات غاز ثانى اكسيد الكربون وفى الأثر على الصحة العامة؛ بينما تتسم مرحلة الدفن بإرتفاع الآثار البيئية فى إستغلال الموارد الطبيعية نظراً لزيادة إستغلال التربة وكذلك هى الأعلى فى إستخدام الأرض، وإنعكست هذه الآثار على الآثار الإجتماعية؛ بينما إتسمت مرحلة الفرم بأعلى تأثير إيجابى إنعكس على نمو الإستدامة البيئية يليها الفرز والجمع ثم مرحلتى الحرق والدفن ثم التخزين والنقل.

٥- ووفقاً لتنفيذ الإطار المقترح للتكامل يتضح أن مرحلة المعالجة وخاصةً مرحلة الحرق تستحوذ على الجزء الأكبر من إجمالى تكاليف النظام وكذلك من الآثار البيئية.

٨ ـ توصيات الدراسة:

١- يعد النجاح وليداً لتطوير وتنفيذ إستراتيجيات فعالة بإستخدام أساليب المحاسبة الإدارية؛ وعليه توصى الدراسة بإستخدام **LCA** من خلال **VC** لدعم إتخاذ القرار ولتقديم التقارير اللازمة عن مدى الجهد المبذول لتحقيق التنمية المستدامة.

٢- توصى الدراسة بالإستفادة من التطبيق فى خفض التكلفة لتحسين الكفاءة الإقتصادية، وخفض الآثار البيئية لتحسين الكفاءة البيئية بما ينعكس على تحسين الأوضاع الإجتماعية ودعم القرار الإستراتيجى لتحقيق التنمية المستدامة.

٣- توصى الدراسة بتعزيز المنهج الإستراتيجى لتقنيات وممارسات المحاسبة الإدارية؛ من خلال الإهتمام بتطبيق الأدوات الحديثة والتكامل مع الأدوات الأخرى، وإجراء التعديلات اللازمة لتفعيل النظم المحاسبية الإدارية الحديثة.

٤- نظراً لعدم وجود مصدر مركزى أو قاعدة بيانات للمعلومات التكاليفية أو البيئية على المستوى المحلى ولا على مستوى المحافظات فى مصر؛ فضلاً عن أنه لا توجد بيانات رصد منظمة للعديد من المعايير البيئية الهامة؛ توصى الدراسة بضرورة إنشاء قاعدة بيانات بيئية تضاهى القواعد العالمية ونظام متكامل للمعلومات يوفر المعلومات اللازمة والملائمة سواء معلومات مالية أو غير مالية تاريخية أو مستقبلية؛ وذلك من خلال تفعيل النظم الإلكترونية الحديثة فى ظل تصميم كفء وفعال بما يحقق مواكبة التطورات الحديثة ويسمح بالرجوع إلى هذه المعلومات وقت الحاجة دون نفاد وقت أو مجهود.

٥- توصى الدراسة بضرورة توافر المعلومات عن البدائل المختلفة لدعم إتخاذ القرار نحو التنمية المستدامة كالبحث عن مدى إمكانية توفير محارق ذات قدرات عالية فى التعقيم ولها قدرة إستيعابية من ٢٠٠ كيلو إلى ١٠ طن يومياً.

٩ – المراجع:

- البيئة والتنمية المستدامة، المنتدى العربى لإدارة الموارد البشرية.

- تهامى، عز الدين فكرى، (٢٠١١)، "الإطار العلمى لنظم محاسبة الإدارة البيئية"، **المجلة العلمية لقطاع كليات التجارة**، العدد الثامن، ص٣٦٠.

- معاطى، محمد محمد كامل، (٢٠١٠)، "إطار محاسبى مقترح لقياس وتحليل التكاليف البيئية خلال دورة حياة المنتج بإستخدام مدخل تحليل الأنشطة"، **رسالة ماجستير غير منشورة**، كلية التجارة – جامعة المنصورة، ص٢٣.

- Atmaca and Atmaca, (2015), "Life cycle energy (LCEA) and carbon dioxide emissions (LCCO2A) assessment of two residential buildings in Gaziantep. Turkey", **Energy and Buildings ENB**, **(Vol**.102), **pp**:417-418.

- Bian,et al., (2016), "Comparative environmental life cycle assessment of waste mobile phone recycling in China", **Journal of Cleaner Production, (Vol.**131), **pp:**217.

- Buonocore, et al., (2016), "Life cycle assessment indicators of urban wastewater and sewage sludge treatment", **Ecological Indicators**, **pp**:2.

- Capitanescu, et al., (2016), "Cost versus life cycle assessment-based environmental impact optimization of drinking water production plants", **Journal of Environmental Management**, (**Vol**.177), **pp**:279. **See also:** ISO 14040, (2006), Ibid, **pp**:9-10.

- Castellani, et al., (2017), "Hotspots analysis and critical interpretation of food life cycle assessment studies for selecting eco-innovation options and for policy support", **Journal of Cleaner Production, (Vol**.140)**, pp:**556-557.

- Chang Danni, C. K. M. Lee and Chun-Hsien Chen, (2014), "Review of Life Cycle Assessment towards Sustainable Product Development", **Journal of Cleaner Production**, (November Issue**, Vol**.83), **pp:**48-60**.**

- Chen, et al., (2016), "Comparative life cycle assessment of fossil and bio-based polyethylene terephthalate (PET) bottles", **Journal of Cleaner Production, (Vol**.137), **pp**:668.

- CIRCE, (2013), "Deliverable24: LCA-LCC self-assessment tool on the project website", **Grant agreement, pp:**5**.**

- Curran, (2011), "EPA's Computational Toxicology Communities of Practice Series: Using Life Cycle Assessment for Risk Management", **PhD. Chemical Engineer, pp**:3.

- Egilmez, et al., (2016), "A fuzzy data envelopment analysis framework for dealing with uncertainty impacts of input- output life cycle assessment models on eco-efficiency assessment", **Journal of Cleaner Production**, (**Vol**.129), **pp**:623-624.

- Ferreira, et al., (2016), "Use of Life Cycle Assessment methodology in the analysis of Ecological Footprint Assessment results to evaluate the environmental performance of universities", **Journal of Cleaner Production, (Vol.**133)**, pp**:43-44.

- Foelster, Anne-Sophie & Stefan Andrew & Leonardo Kroeger & Philipp Bohr & Tina Dettmer & Stefan Boehme & Christoph Herrmann, (2016), Electronics recycling as an energy efficiency measure - a Life Cycle Assessment (LCA) study on refrigerator recycling in Brazil, **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, (129), 30-42.

- ISo14040, (2006), "Environmental management- Life cycle assessment- Principles and framework".

- Kara & Ibbotson, (2011), "Embodied energy of manufacturing supply chains", CIRP **Jornal of Manufacturing Science and Technology**, (**Vol**.4), **pp**:319.

- Kjaer, et al., (2016), "Challenges when evaluating Product/Service-Systems through Life Cycle Assessment", **Journal of Cleaner Production, (Vol.**120), **pp**:98-99.

- Levasseur, et al., (2016), "Enhancing life cycle impact assessment from climate science: Review of recent findings and recommendations for application to LCA", **Ecological Indicators, (Vol**.71)**, p:**164**.**

- Luglietti Rossella, Paolo Rosa, Sergio Terzi and Marco Taisch, (2016), "Life Cycle Assessment Tool in Product Development: Environmental Requirements in Decision Making Process", Published **by Elsevier B.V., Procedia CIRP, (Vol**.40), **pp:**202-208.

- Olmez, et al., (2016), "The environmental impacts of iron and steel industry: a life cycle assessment study", **Journal of Cleaner Production, (Vol.**130)**, pp:**197.

- Parkes. Olga, Paola Lettieri and I. David L. Bogle, (2015), "Life cycle assessment of integrated waste management systems for alternative legacy scenarios of the London Olympic Park", **Waste Management, (Vol**. 40, March), **pp**:157-166.

- Peters Kristian, (2016), "Methodological issues in life cycle assessment for remanufactured products: a critical review of existing studies and an illustrative case study", **Journal of Cleaner Production, (Vol**.126, April), **pp:**21-37.

- Pradel, et al., (2016), "From waste to added value product: towards a paradigm shift in life cycle assessment applied to wastewater sludge a review", **Journal of Cleaner Production, (Vol.**131)**, pp**:61.

- Roos, et al., (2016), "A life cycle assessment (LCA)-based approach to guiding an industry sector towards sustainability: the case of the Swedish apparel sector", **Journal of Cleaner Production, (Vol.**133), **pp**:692-693.

- Stazi Francesc, Alessio Mastrucci and Placido Munafò, (2012), "Life cycle assessment approach for the optimization of sustainable building envelopes: An application on solar wall system", **Building and Environment, (Vol**. 58, August). **pp:**278-288.

- The International Reference Life Cycle data System (ILCD) Hand book: Detailed guidance", (2001), **pp**:iv.

- Turner A. David, Ian D. Williams and Simon Kemp, (2016), "Combined material flow analysis and life cycle assessment as a support tool for solid waste management decision making**", Journal of Cleaner Production, (Vol.**129, April), **pp:**234-248.

- Xu Rui and Fengsheng Hou, (2010), "Integrating LCA and LCC Study of FGD System at a Thermal Power Plant in China", **Journal Of SoftWare**, (**Vol.**5, **NO**.12), **pp**:1429.

- Zuoren Nie, (2016), "Eco-Materials and Life-Cycle Assessment", Green and Sustainable Manufacturing of Advanced Materials Book**, Elsevier, pp**:31-32.